

# Primjena informatičkih rješenja u planiranju i održavanju pogonskog sustava broda

---

**Kalebić, Josip**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2017**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zadar / Sveučilište u Zadru**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:162:223642>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-20**



**Sveučilište u Zadru**  
Universitas Studiorum  
Jadertina | 1396 | 2002 |

*Repository / Repozitorij:*

[University of Zadar Institutional Repository](#)



Sveučilište u Zadru

Pomorski odjel - Brodostrojarški odsjek

Preddiplomski sveučilišni studij Brodostrojarstva i tehnologije pomorskog prometa  
(jednopedmetni -izvanredni)

**Josip Kalebić**

**Primjena informatičkih rješenja u planiranju i održavanju pogonskog  
sustava broda**

**Završni rad**

Zadar, 2017.

Sveučilište u Zadru  
Pomorski odjel – Brodostrojarški odsjek  
Preddiplomski sveučilišni studij Brodostrojarstva i tehnologije pomorskog prometa  
(jednopedmetni -izvanredni)

**Primjena informatičkih rješenja u planiranju i održavanju pogonskog sustava  
broda**

Završni rad

Student:  
Josip Kalebić

Mentor:  
dr. sc. Ante Panjkota

Zadar, 2017.



## Izjava o akademskoj čestitosti

Ja, **Josip Kalebić**, ovime izjavljujem da je moj završni rad pod naslovom “Primjena informatičkih rješenja u planiranju i održavanju pogonskog sustava broda” rezultat mojega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na izvore i radove navedene u bilješkama i popisu literature. Ni jedan dio mojega rada nije napisan na nedopušten način, odnosno nije prepisan iz necitiranih radova i ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem da ni jedan dio ovoga rada nije iskorišten u kojem drugom radu pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj, obrazovnoj ili inoj ustanovi.

Sadržaj mojega rada u potpunosti odgovara sadržaju obranjenoga i nakon obrane uređenoga rada.

Zadar, 1.6.2017.

## Sadržaj

Uvod.....	1
1. Povijesni razvoj sustava za održavanje broda.....	2
2. Općenito o održavanju broda.....	3
2.1. Opći principi održavanja broda.....	6
2.2. Osnovni modeli održavanja broda.....	8
2.2.1. Preventivno održavanje.....	10
2.2.2. Korektivno održavanje.....	12
2.3. Terotehnoški model održavanja.....	13
3. Pristup održavanju broda.....	14
3.1. Metode održavanja broda.....	14
3.1.1. Održavanje broda temeljeno na kalendarskom roku.....	15
3.1.2. Održavanje broda na temelju pogonskih sati rada.....	15
3.1.3. Održavanje broda nakon kvara.....	15
3.1.4. Održavanje temeljem provjere stanja i performansi.....	16
3.1.5. Tekuće održavanje.....	16
3.2. Uloga informacijskih tehnologija u pristupu održavanja broda.....	17
4. Funkcija planiranja u IS-a održavanja pogonskog sustava broda.....	17
4.1. Propisi i zahtjevi sustava održavanja broda.....	19
5. Analiza funkcionalnosti IT rješenja za održavanje pogonskog sustava broda.....	21
5.1. Odabir IT rješenja za analizu.....	21
5.2. Metodologija.....	21
5.3. AMOS Maintenance & Purchase.....	22
5.3.1. SFI sustav razdiobe.....	26
5.4. SeaWulf informacijski sustav.....	37
5.5. OceanTiger Maintenance System.....	30
5.6. Analiza sustava.....	32
6. Zaključak.....	34
Popis literature.....	35
Popis tablica.....	36
Popis slika.....	36

## Uvod

Održavanje pogonskog sustava broda kao i ostalih pripadajućih mu sustava uvelike utječe na pouzdanost broda i njegovo vrijeme eksploatacije. Riječ je o kompleksnom problemu koji je inicirao razvoj nove grane tehnologije koja se bavi samo ovom problematikom kao što je terotehnologija. Kao u mnogim drugim područjima, informatička rješenja su već duže vrijeme našla široku primjenu u pomorstvu, a jedno od tih je u planiranju održavanja i samom održavanju pogonskog sustava broda. Sustavi za planirano održavanje u pomorstvu omogućuju praćenje održavanja prema preporukama proizvođača i pravilima klasifikacijskih društava. Planiranje održavanja i kontrolu tog procesa vrši posada. U tim procesima rad posade periodički nadziru ovlaštene osobe iz klasifikacijskih društava koje shodno obavljenom poslu izdaju uvjerenja - Potvrde o usklađenosti (Document of Compliance) i Potvrde o upravljanju sigurnošću (Safety Management Certificate). Klasifikacijski zavodi obavljaju pregled i nadzor brodova u ime vlade dotične zemlje, za primjer Republike Hrvatske te poslove obavlja Hrvatski registar brodova. Općenito, cijeli sustav planiranog održavanja broda, pa tako i pogonskog sustava broda, mora biti odobren od strane međunarodno priznatog Klasifikacijskog društva kao što su Germanischer Lloyd, Lloyd's Register, Bureau Veritas, itd. Sva navedena društva su članovi Međunarodnog udruženja Klasifikacijskih društava (eng. International Association Of Classification Societies Ltd). Prema pravilima definiranim Međunarodnim Kodeksom upravljanja sigurnošću za siguran rad brodova i za sprečavanje zagađivanja (International Management Code for the Safe Pollution Operation of Ships and for Prevention, ISM), kojeg je usvojila Međunarodna pomorska organizacija (International Maritime Organization, IMO), planirano održavanje na brodovima je danas obvezatno.

U ovom radu provedena je analiza nekoliko računalnih sustava za vođenje i planiranje održavanja pogonskog sustava broda sa stajališta osnovnih funkcija koje isti nude. Rad nije usmjeren prema međusobnoj komparaciji izdvojenih rješenja te je ograničen na razinu promatranja nedvojbenih prednosti koje proizlaze iz primjene IT rješenja u procesima i postupcima održavanja pogonskog sustava broda neovisno o samom implementiranom sustavu.

## 1. Povijesni razvoj sustava za održavanje broda

Položaj djelatnosti održavanja broda mijenja se razvojem kulture održavanja, što je posljedica promjene u privređivanju, a još više postupnih izmjena, koje se obavljaju u ljudskom poimanju okoline. U ne tako dalekoj prošlosti održavanje je objektivno bilo sporedna djelatnost. Tako su postupci vezani uz održavanje bilo kojeg sustava sve do poznate naftne krize iz 1973. godine predstavljali periferne i gotovo nevažne djelatnosti u životnim ciklusima sustava. Nakon spomenute krize počinju se mijenjati uvjeti privređivanja i života vezano prvenstveno s povišenjem cijena energije, sirovina i kapitala. U tom periodu, pa sve do današnjih dana održavanje postaje jedna od najvažnijih aktivnosti po važnosti, ali i kompleksnosti, te intenzivnosti rada.

Pojam planiranog održavanja prvi put se spominje daleke 1915. u dokumentaciji flote kitolovaca brodovlasnika Christensena. U to vrijeme, bila je riječ o najvećoj floti kitolovaca na svijetu. U literaturi nije moguće pronaći podatak o tome tko je sustav održavanja osmislio i uglavnom se danas pripisuje tvrtci Arnesen Christensen & Co. Prvi poznati sustavi za održavanje broda su bili vođeni u pisanom obliku i sadržavali su samo najvažnije stavke održavanja sustava na brodu. Daljnji razvoj sustava za planirano održavanje u pomorstvu uglavnom je nepoznat. Prvi pravi sustav planiranog održavanja sustava broda razvijen je 1950. godine u istoj tvrtki. Nedugo nakon toga, 1963. godine Anthony J. Ruffini<sup>1</sup> razvija prvi sustav planiranog održavanja za flotu ratne mornarice SAD-a.[16]

Razvoj računala, satelitskih komunikacija te cjelokupnog IT sektora doveo je do naglog razvoja područja planiranog održavanja u pomorstvu. Godine 1984. razvijen je prvi računalni sustav za planirano održavanje brodova, a nazvan je Asset Management Operating System (skr. AMOS-D). Oznaka D u njegovoj skraćenici odnosi se na operacijski sustav pod kojim je radio - Disk Operating System (skr. DOS) Razvoj Windows porodice operacijskih sustava doveo je do daljnjeg razvoja tih sustava [1] .

Za razliku od opisanih povijesnih početaka, danas nailazimo na mnoštvo računalnih aplikacija namijenjenih planiranom održavanju brodova. Interesantno je istaknuti trend primjene ekspertnih sustava za održavanje koji se od osamdesetih godina prošlog stoljeća intenzivno koriste u brojnim brodarskim kompanijama. Daljnjim napretkom umjetne inteligencije ti sustavi predstavljaju novu etapu u tehnološkom razvoju praćenja stanja dizel-motora i općenito u održavanju različitih sustava broda. Riječ je o računalnim programima koji djeluju kao inteligentna pomagala u rješavanju određenih problema. Baza znanja ekspertnog sustava je datoteka gdje se unose svi relevantni parametri sustava, te teorijska i praktična znanja eksperata kako bi se stvorila najbolja pravila

<sup>1</sup> Anthony J. Ruffini objavio je svoj rad pod nazivom "The Standard Navy Maintenance and Material Management System (3-m), Its Status and Application", [https://books.google.hr/books?id=50SvtgAACAAJ&redir\\_esc=y&hl=en](https://books.google.hr/books?id=50SvtgAACAAJ&redir_esc=y&hl=en)

odlučivanja u održavanju ili kreirao sustav znanja za rješavanje složenih problema. Upravo Lloyd Register uviđa važnost takvih sustava i prvi razvija sustav Diesel Engine Software Processor (skr. DECSP) s ekspertnim sustavom dijagnoze kvarova i karakteristike goriva kojeg kombinira sa simulacijskim programom potrebnog održavanja.

## 2. Općenito o održavanju broda

U stručnoj i znanstvenoj literaturi moguće je naći čitav niz definicija pojma održavanje. U tekstu koji slijedi izdvojiti ćemo samo neke od njih. Primjerice u radu [2] autori navode sljedeću definiciju tog pojma:

*“Održavanje sustava je niz postupaka potrebnih za sprječavanje zastoja, odnosno vraćanje sustava iz zastoja u radno stanje u zadanom vremenu i pri propisanim uvjetima okoline.”[2]*

Kako je vidljivo iz prethodne definicije održavanje je u uskoj vezi s pojmom pouzdanosti sustava. Slična veza uočljiva je i iz sljedeće definicije:

*“Održavanje se može definirati i kao kombinacija svih tehničkih i drugih aktivnosti, sprovedenih da bi se jedan sastavni dio sustava zadržao ili vratio u stanje u kojem može vršiti zahtijevanu funkciju u zadanom vremenu i zadanim uvjetima njegove uporabe.”[3]*

U cilju lakšeg razumijevanja ovog rada navest ćemo definicije još nekih bitnih pojmova:

**Održavanje** je *“kompleks aktivnosti administrativnog, organizacijskog, tehničkog i tehnološkog karaktera čiji je cilj očuvanje i poboljšanje radnih karakteristika ili pak osiguranje stanja održavanog sredstva u kojem sredstvo ima sposobnost obavljanja namjenske funkcije.”[2]*

**Organizacija** je *“složena funkcionalna struktura namijenjena izvršavanju poslovnih procesa, sastavljena od više dijelova (podstruktura) međusobno povezanih funkcionalnim procedurama kojima se određuju hijerarhija, međuzavisnosti podstruktura i prioriteta u izvršavanju funkcije organizacije”[2]*



**Projektiranje organizacije** je "dugoročan i sveobuhvatan proces namjernog i kontroliranog razvoja i promjene organizacije, definiranja, provjere kvalitete poslovnih procedura, s ciljem poboljšanja efektivnosti organizacije." [2]

**Pogodnost za održavanje** je "karakteristika sustava da se, pod utvrđenim uvjetima upotrebe, može zadržati u radnom stanju ili vratiti u radno stanje definirano projektiranom funkcijom, kada se održavanje obavlja pod utvrđenim uvjetima i po određenom režimu održavanja." [2]

**Pouzdanost** je "vjerojatnost, na određenoj razini povjerenja, da će sustav uspješno obaviti funkciju za koju je namijenjen bez otkaza i unutar specificiranih granica performansi. Pouzdanost analiziramo uzimajući u obzir prethodno vrijeme korištenje sustava, specificiranog vremena trajanja aktivnosti uz korištenje na propisan način pod specificiranom razinom opterećenja i u svrhu za koju je namijenjeno." [2]

**Trajnost** je "svojstvo elementa ili sustava da održava projektiranu i funkcijom kriterija specificiranu radnu aktivnost u toku eksploatacije do graničnog stanja. U tijeku vremena trajnosti element ili sustav se može više puta uključivati u rad i isključivati te podvrgavati zahvatima održavanja." [2]

**"Ekonomičnost** označava mjeru ukupnih troškova produkcije sustava i njegovog pogona u eksploataciji sustava po jedinici produkcije sustava." [2]

**Sigurnost** "je značajka sustava da svojim kvarom neće ugroziti radne sposobnosti ili oštetiti druge sustave (ili osobe) sa kojima zajedno ostvaruje radnu funkciju" [2]

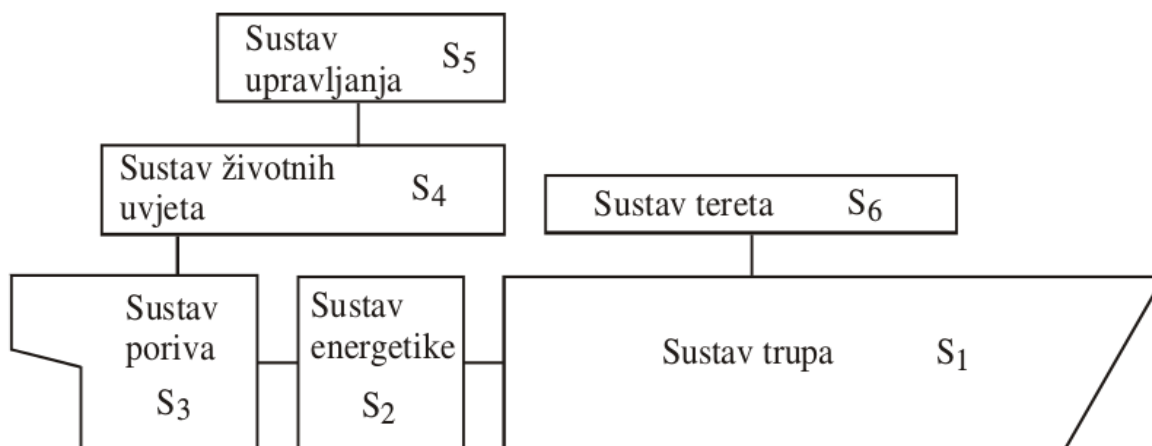
**Pouzdanost** "je vjerojatnost da će određeni sustav ostvariti određenu radnu aktivnost u očekivanom vremenskom periodu i u unaprijed određenim radnim uvjetima." [2]

**"Životni vijek** sustava je vrijeme od početka ulaganja materijalnih sredstava s ciljem realizacije sustava pa do konačnog izdvajanja sustava iz procesa eksploatacije (dekomisije)." [2]

**"Eksploatacijski vijek** sustava je vrijeme od puštanja sustava u rad (komisija) do njegovog isključivanja iz eksploatacije (dekomisija). U tom periodu moraju se vratiti sva sredstva uložena u

sustav a utrošena u životnom vijeku sustava."[2]

Gledano kroz eksploataciju broda i analizu pojedinih sustava broda, brod možemo podijeliti na sljedeće osnovne makrosustave (Slika 1):



*Slika 1: Podjela broda po sustavima*

*(Izvor: Lovrić, Josip. Osnove brodske terotehnologije. Dubrovnik, 1989 g.)*

- "Sustav trupa (S1) je plovni statički nosač svih brodskih uređaja. Kako se brod giba tako sustav trupa pruža otpor tom gibanju pa se smatra da ima obilježja mehaničkog sustava, te se otpor tijekom vremena povećava sve do zastoja. Osim toga podložan je dotrajalosti te njegovo održavanje treba prilagoditi njegovim karakteristikama i uvjetima iskorištavanja. Sastavni mu dio čine uređaji kaljuže i balasta, te uređaj za vez i sidrenje."[2]
- "Sustav energetike i rasklopa (S2) čine uređaji za proizvodnju i razvod energije koja nije prije svega namijenjena porivu."[2]
- "Sustav poriva (S3) sastoji se od porivnog stroja sa svim uređajima koji ga opslužuju, uključivši uređaje goriva, maziva i hlađenje."[2]
- "Sustav životnih uvjeta (S4) čine svi oni uređaji koji omogućuju život i preživljavanje na brodu, kao što su uređaji za čuvanje i pripremanje namirnica, sanitarni uređaji i oni za klimatizaciju, protupožarni te uređaji za spašavanje i dr."[2]
- "Sustav upravljanja (S5) sastoji se od uređaja za komandu i kormilarenje, uređaja za orijentaciju, motrenje i komunikaciju."[2]
- "Sustav tereta (S6) čine svi uređaji koji služe za čuvanje i manipulaciju tereta, kao što je

*teretni uređaj, poklopci grotala, uređaj za rashlađivanje tereta i dr."*[2]

Potrebno je navesti još neke definicije pojmova bitnih za ovu temu, gdje nadalje stoji:

*"Sposobnost održavanja definira se kao vjerojatnost da će neki sustav na kojemu se obavlja zahvat održavanja biti za određeno vrijeme ponovo doveden u radno stanje. Dva najvažnija pokazatelja sposobnosti održavanja, (bez obzira na to je li zastoj posljedica planiranog zahvata održavanja ili ga je uzrokovao kvar) su: indeks zahvata i prosječno vrijeme zahvata." [2]*

*"Indeks zahvata je ukupni broj zahvata održavanja podijeljen ukupnim trajanjem zahvata." [2]*

*"Prosječno vrijeme zahvata recipročna vrijednost indeksa zahvata, odnosno vrijeme trajanja zahvata u satima podijeljeno ukupnim brojem zahvata." [2]*

Sposobnost održavanja je veća kada je indeks zahvata veći, a prosječno vrijeme zahvata manje, za razliku od pouzdanosti, koja je veća što je manji indeks kvarova i ako je prosječno vrijeme između kvarova veće. [3]

Određeni faktori koji imaju utjecaj na sposobnost održavanja se prvenstveno ogledaju u obučenosti, sposobnostima, znanjima i vještinama broskog osoblja (kao faktori opsluživanja), potom u pristupačnosti, preglednosti, zamjenjivosti i međuzamjenjivosti komponenti (svojstva projekta)[3].

## **2.1. Opći principi održavanja broda**

U pomorstvu se sve više postavljaju zahtjevi za kontinuiranim eksploatacijskim procesom tj. eksploatacijom bez zastoja. Prema tome, eksploatacijski sustavi uvijek moraju biti ispravni, raspoloživi za uporabu, a pojavom zastoja moraju biti brzo i ekonomično popravljani.

Ciljevi održavanja eksploatacijskog sustava su:[2]

- *postizavanje minimalnih zastoja u radu*
- *postizanje optimalnih troškova održavanja*
- *održavanje radne sposobnosti i produžavanje vijeka trajanja*

- *postizanje zadane kvalitete eksploatacije*
- *održavanje normalnih uvjeta rada.*

Osnovni zadatak brodske službe održavanja je preventiva, u čiju službu se ubraja osoblje i na kopnu i na brodovima. Pravodobnim pregledima i popravcima cilj je spriječiti veće kvarove, koji zahtijevaju mnogo vremena za popravak i uzrokuju visoke troškove i to direktne, koje čine troškovi zahvata održavanja te indirektno koje čine troškovi zastoja.

S obzirom na radne zadatke i opseg održavanja, mogu se utvrditi primarni i sekundarni zadaci službe za održavanje. U primarne zadatke se ubrajaju[2]:

- *održavanje brodova,*
- *održavanje eksploatacijskih sustava i instalacija,*
- *pregledi i podmazivanje elemenata sustava,*
- *rekonstrukcija pogona brodova,*
- *izrada raznih konstrukcija i instalacija, te njihovo postavljanje kao i postavljanje nove opreme.*

Sekundarni zadaci jesu:[3]

- *briga oko održavanja uvjeta rada,*
- *provođenje propisanih sigurnosnih mjera,*
- *iskorištavanje otpadnih materijala,*
- *davanje mišljenja o kupovini nove opreme,*
- *odlučivanje o izuzimanju opreme iz eksploatacije radi popravka*

Takav pristup održavanju uobičajen je do kraja 60-tih godina prošlog stoljeća. U međuvremenu, došlo je do redefiniranja zadataka službe održavanja. Rekonstrukcija plovila i strojeva, izrada raznih konstrukcija i instalacija, njihovo postavljanje kao i postavljanje novih strojeva i uređaja te provođenje propisanih sigurnosnih mjera nisu više funkcije održavanja. Održavanje eksploatacijskih sustava sada je u funkciji pouzdane, trajne i ekonomične eksploatacije.[3]

Prestanak sposobnosti elementa sustava ili sustava da izvršava traženu funkciju, naziva se zastoj sustava. To je potpuna izmjena te gubitak karakteristika koji snizuje ili dovodi do potpunog gubitka sposobnosti za rad. Načelno otkazi se sprječavaju preventivnim održavanjem, a otklanjaju se korektivnim održavanjem. Pritom se mora napomenuti da karakteristike tehničkog sustava tijekom njegove upotrebe nisu stalne, već se mijenjaju. Korištenjem tehničkog sustava se pogoršavaju, a aktivnostima održavanja nastoji ih se poboljšati odnosno vratiti na nazivnu razinu i produljiti njegov vijek trajanja.

Eksploatacijski sustavi sve se više automatiziraju, što podrazumijeva manje radnika za obavljanje iste radnje, a iz čega proizlazi veća mogućnost pogreške, pa time se od sustava zahtjeva rad s visokom razinom pouzdanosti. Zbog toga se naglo širi i opseg pojma održavanja, pri čemu se može reći da je održavanje proces koji omogućava upravljanje eksploatacijskim stanjem i pouzdanošću tijekom životnog ciklusa sustava. Ciljevi održavanja ulaze i u sferu ekonomije poslovanja, pa se iskazuje u obliku racionalizacije i načelno su mjerljivi. Stoga održavanje iznimno utječe na povišenje razine djelotvornosti eksploatacijskog sustava, tj. dužinom životnog ciklusa sustava.

## **2.2. Osnovni modeli održavanja broda**

Od samih početaka razvoja tehnoloških sustava s početka 20. stoljeća, pa sve do danas, postavljaju se sve viši standardi s obzirom na njihovu funkcionalnost i trajnost. U literaturi je moguće naći više različitih modela održavanja i to:[3]

- *Korektivno održavanje se provodi nakon prepoznavanja pogreške s ciljem da se određeni element dovede u stanje u kojem može izvoditi zahtijevanu funkciju.*
- *Preventivno održavanje se provodi u unaprijed određenim intervalima ili u skladu sa propisanim kriterijima i s ciljem smanjivanja vjerojatnosti kvara ili ograničenja funkcije elementa.*
- *Prediktivno održavanje je održavanje prema stanju kod kojega se želi eliminirati problem uzrokovane nastankom kvara neposredno prije nego nastane kvar, a provodi se na temelju prognoze dobivene analizom i procjenom značajnih parametara koji ukazuju na dotrajalost elementa.*
- *Proaktivno održavanje je održavanje kod kojega se želi eliminirati probleme prije nego započne proces mehanizma kvara.*

Uz navedene pristupe i koncepte postoji i veliki broj modela održavanja različitih istraživačkih i konzultantskih tvrtki, s tendencijom uvođenja prediktivnog održavanja (eng. Predictive Maintenance). Predvidivo održavanje podrazumijeva održavanje prema stanju kod kojega se želi eliminirati probleme uzrokovane nastankom kvara neposredno prije nego nastane kvar, a provodi se na osnovu predikcijskih modela dobivenih analizom bitnih parametara koji ukazuju na dotrajalost elementa.

S druge strane, najnovije težnje su usmjerene na proaktivno održavanje (eng. Proactive Maintenance)[1]. Proaktivno održavanje je održavanje kod kojeg se želi eliminirati probleme prije nego započne proces mehanizma kvara.

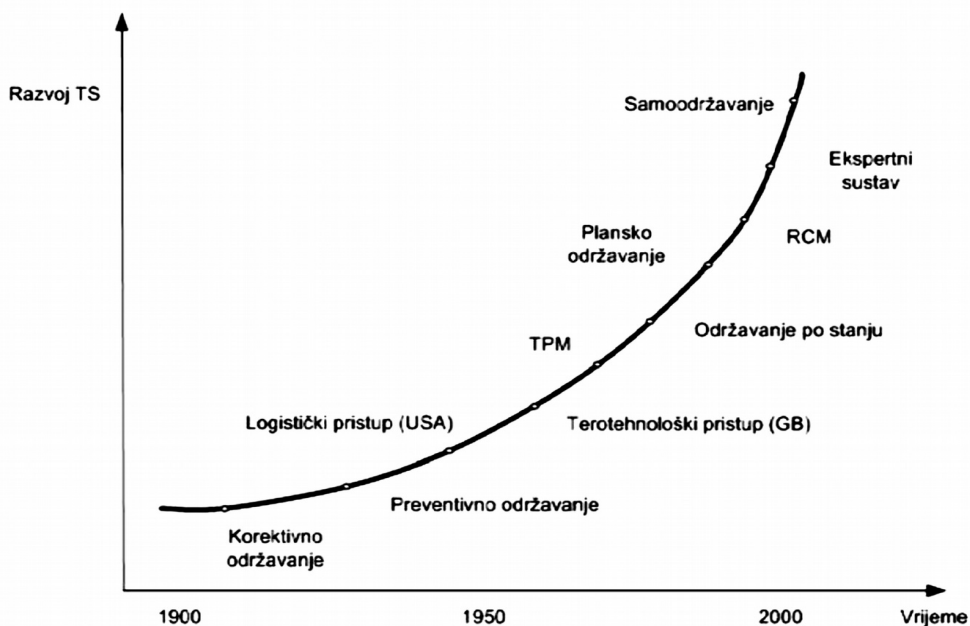
Proaktivno okruženje podrazumijeva uključenost svih zaposlenika pri otkrivanju mogućih rješenja usmjerenih ka eliminiranju otkaza. Ovdje je korist direktna i ogleda se u smanjenju broja posade uslijed smanjenih potreba održavanja.

Unaprjeđenje sustava održavanja nije moguće temeljiti samo na jednoj strategiji ili jednoj metodologiji iz razloga što svaka od mogućih ima određene prednosti, ali i nedostatke. Prema tome, nameće se zaključak kako bi se najbolji rezultati mogli postići odgovarajućom kombinacijom pristupa [2].

U svijetu je razvijen čitav niz pristupa, koncepcija i modela održavanja, a najznačajniji pristupi održavanju tijekom vremena prikazani na slici 2.

Tijekom vremena kombiniranjem znanstvenih pristupa te empirijskih iskustava razvili su se sljedeći modeli održavanja:[3]

- *Terotehnološki model (Terotechnology)*
- *Održavanje po stanju (Condition based Maintenance)*
- *Logistički model održavanja (Logistics Engineering)*
- *Model samoodržavanja*
- *TPM (Total Productive Maintenance)*
- *TPEM (Total Productive Equipment Management)*
- *Planirano održavanje (Scheduled Maintenance)*
- *RCM (Reliability Centered Maintenance)*
- *Vanjske usluge (Outsourcing),*
- *Ekspertni model (Expert Systems)*



*Slika 2: Razvoj pristupa i koncepcija održavanja  
(Izvor: Održavanje Broda, Zadar 2007, Petar Čovo)*

### 2.2.1. Preventivno održavanje

Pod preventivnim održavanjem se podrazumijeva ono održavanje koje se provodi uz propisana pravila s ciljem smanjenja vjerojatnosti pojave zastoja ili povišenja učinka sustava.

Preventivno održavanje također se definira kao niz aktivnosti održavanja neophodnih za sprječavanje pojava zastoja odnosno održavanje karakteristika eksploatacijskog sustava unutar granica dozvoljenih odstupanja[3].

Preventivni pristup održavanju počeo se primjenjivati u SAD-u nakon II. svjetskog rata. U osnovi tog pristupa je obavljanje radova održavanja prema zacrtanome planu prije nego što nastane kvar, odnosno zastoj. Stručnjaci održavanja obavljaju niz zahvata, koji trebaju biti dogovoreni s pripremom eksploatacije kako bi određeni sustav bio zaustavljen radi potrebne preventivnih radnji održavanja. H. Grothus je uz pomoć velikog broja stručnjaka izradio katalog svih pozicija i sklopova, s preporukama što se u određenim ciklusima treba preventivno raditi na održavanom sustavu.

Preventivno održavanje obuhvaća slijedeće aktivnosti održavanja[2]:

- *Preventivne periodične preglede*

- *Traženje i otklanjanje slabih mjesta na sustavu*
- *Kontrolne preglede*
- *Tehničku dijagnostiku*
- *Planirane popravke (male, srednje i velike)*

Ovim se pristupom angažiraju velika sredstva (materijal, rezervni dijelovi i stručnjaci održavanja) i često je potrebno plansko zaustavljanje sustava, što je na visokoproduktivnim strojevima i procesnim postrojenjima neprihvatljivo zbog velikih troškova zastoja. Iz SAD-a se ovaj pristup proširio po cijelom svijetu i bio je podloga svim kasnijim suvremenim modelima održavanja.[6]

Kod stohastičkih zastoja elemenata sustava, zamjena neispravnog elementa u trenutku pojave zastoja je nemoguća zbog toga što nije poznato kada će doći do zastoja. Zbog te nesigurnosti zamjena treba biti izvršena prije pojave zastoja. Pri tome treba primijeniti načelo da su ukupni troškovi zamjene poslije pojave zastoja veći ili jednaki troškovima prije pojave zastoja. Ako su troškovi zastoja veći od troškova zahvata (popravka), zamjenu elementa treba vršiti prije pojave zastoja.

U literaturi se, uglavnom obrađuju tri modela preventivnog održavanja i to[3]:

- *periodični model preventivnog održavanja, (održavanje primjenljivo za jedan element sustava),*
- *pravodobni model preventivnog održavanja (održavanje primjenljivo za više elemenata sustava),*
- *prilagodljivi model preventivnog održavanja (održavanje primjenljivo za jedan ili više elemenata sustava).*

Takvo raščlanjivanje preventivnog održavanja pogodno je za održavanje broda, na osnovu pouzdanosti i optimuma troškova koji nastaju tijekom procesa eksploatacije sustava.

Među navedenim modelima preventivnog održavanja elemenata sustava najjednostavniji model jest periodični model. Ovaj se model zasniva na zamjeni elementa čim dođe do zastoja ili nakon unaprijed određenog vremena.

U novije vrijeme u pomorstvu sve se više primjenjuje pravodobni model preventivnog održavanja. Za brodove s nekoliko tisuća elemenata, potrebna je kombinacija postupaka održavanja kako bi se



postigli što niži troškovi nego li pri izvršavanju zadataka periodičnim modelom za svaki element sustava. Zbog toga se model periodičnog preventivnog održavanja proširuje na više sastavnih dijelova sustava, ekonomski zavisnih[2].

Prilagodljivi model preventivnog održavanja se zasniva na promjeni intervala kod preventivnog održavanja. Na osnovi prikupljenih podataka se ispravlja interval aktivnosti održavanja.

Univerzalnim katalogom sastavnih dijelova, raščlanjuje se i propisuje tehnološki proces preventivnih pregleda u funkciji vremena, za pojedine skupine elemenata sustava. Potrebno je istaknuti kako je za svaki konkretni sustav nužna pisana izradba tehnološkog postupaka provođenja preventivnog održavanja, tj. što, kada, kako i čime, a sve u funkciji sniženja troškova.

### **2.2.2. Korektivno održavanje**

Korektivno održavanje se definira kao planirana aktivnost održavanja ili one aktivnosti koje nastaju zastojem rada sustava ili njegovog dijela.[3] Planirana aktivnost korektivnog održavanja je popravak. Nastankom zastoja po pravilu dolazi da naglog ispada sustava iz rada. Poslije zastoja, otkazani sastavni dio se zamjenjuje novim ili se popravljja. Pri tome stohastičko vrijeme korištenja dijelova sustava uzrokuje i stohastičko trajanje vremena u zastoju. Ova vremena su međusobno nezavisna. Ovim postupkom dijelovi sustava ili cijeli sustav se rabi do konačnog oštećenja, odnosno iskorištava se rezerva uporabljivosti.

Oštećenja podsustava često imaju za posljedicu oštećenje i drugih podsustava, pa se ukupna šteta znatno povećava, što je posebno izraženo kod pogonskih i energetske sustava. Korektivni pristup održavanju je najstariji oblik i svodi se na niz zahvata održavanja koji se izvode nakon što je došlo do kvara. W. M. J. Geraerds (Nizozemska) taj pristup naziva „čekaj i vidi“. Danas se ovaj pristup rabi samo za nevažne tj. pomoćne sustave, kod kojih zastoj ne utječe izravno na eksploatacijski proces. Prednosti korektivnog održavanja, kada nije plansko (popravak), su u potpunom iskorištenju elemenata sustava, te nije potrebno poznavati zakonitosti zastoja sustava i ne zahtjeva pripremu aktivnosti održavanja. To se može pokazati na primjeru sijalice. Sijalicu rabimo sve dok ne izgori, pa se zatim promjeni. Ne mijenja se poslije određenog broja sati rada ili ne vrši se provjera karakteristika sijalice, već ju se mijenja nakon konačne dotrajalosti.

Nedostaci korektivnog održavanja, kada nije plansko (popravak), su u nepouzdanom radu sustava zbog naglog zastoja, niskom stupanju iskorištenja eksploatacijskog sustava, dugim i učestalim zastojima i nemogućnostima planiranja periodičnosti i cikličnosti aktivnosti održavanja.[2][5]

Korektivno održavanje na brodu je temelj potpunog iskorištenja elemenata sustava, te se sve manje primjenjuje i to uglavnom za slučajeve kada zastoje elemenata sustava ne može utjecati na sigurnost posade, ne uzrokuje teže havarije i lomove, nije u funkciji dugih zastoja, ne rezultira visokim troškovima i važnije ne utječe na stupanj iskorištenja sustava. Korektivno održavanje u obliku planskih popravaka, zbog povišenja pouzdanosti sustava i dobre tehnike održavanja, sve više se rabi.[5]

### **2.3. Terotehnološki model održavanja**

Odbor Ministarstva za industriju u Velikoj Britaniji dao je sljedeću definiciju terotehnologije:

*“Terotehnologija je kombinacija menadžmenta, financiranja, inženjeringa, izgradnje i drugih disciplina primijenjenih na fizička poslovna sredstva poduzeća s aspekta ekonomičnosti troškova tijekom njihova korisnog vijeka trajanja.”[18]*

S obzirom na točku gledišta i polazne osnove terotehnologiju je moguće definirati na različite načine. Ipak, možemo zaključiti kako je svima ipak zajednička sinergija svih stručnih i znanstvenih tehnologija koje sudjeluju u nekom procesu održavanja, a sve u svrhu što bolje iskoristivosti istog. Drugim riječima nastoji se pronaći optimalni model održavanja tehničkog sustava. S tim u vezi, terotehnologija proučava i cjelokupne troškove životnog vijeka tehničkog sustava. Dakle, optimizaciju je u okviru terotehnologije moguće definirati i kroz postizanje funkcije cilja kod koje je zbroj direktnih (troškovi zahvata održavanja), indirektnih troškova održavanja (troškovi zastoja) i oportunitetnih troškova najmanji, što je moguće postići primjenom odgovarajuće tehnologije i organizacije održavanja. Terotehnologija proučava najbolje periode i postupke montaže i demontaže svih potrošnih brodskih komponenti i složenih uređaja radi pregleda i popravaka. Osnova tog pristupa leži u provođenju tzv. eksperimenata uhodavanja kroz različita režimska opterećenja, kratkotrajni rad u ekstremnim uvjetima – tzv. pokus preopterećenja, a sve kako bi se preporučili najbolji modeli održavanja u tijeku iskorištavanja za cijeli predviđeni vijek trajanja sustava ili neke njegove komponente. [17]

### **3. Pristup održavanju broda**

Pristup održavanju broda većinom se sagledava sa stanovišta troškova i pouzdanosti, a oba pristupa su simetralno suprotna. Cilj pristupa održavanju prema troškovima je postići najmanje troškove održavanja broda, ne uzimajući pritom u obzir mogućnost kvarova, dok se pristupom sa stajališta pouzdanosti nastoji u potpunosti spriječiti kvar i njegove posljedice pri čemu se ne vodi briga o troškovima održavanja. Ovdje se može zaključiti da različiti pristupi imaju za posljedicu različitu učestalost kvarova, troškove nastale zbog zastoja broda, potrebu za pričuvnim dijelovima, itd. Ukupni troškovi održavanja stoga mogu biti različiti ovisno o razmatranom pristupu. Posljedica korištenja samo jednog ili drugog pristupa očituje se u povećanim izdacima u eksploataciji broda. Zastupljenost primjene pristupa održavanja ovisi o politici održavanja brodarskog društva. Razmatrajući općenito održavanje se može sagledati kroz prizmu planiranog i neplaniranog održavanja, dok se u praksi veći fokus stavlja na održavanje broda planiranog za unaprijed određeno vremensko razdoblje. Zato se pod planirano održavanje uzima u obzir preventivno održavanje sustava bitnih za sigurnost broda kao i sustava koji imaju značajan utjecaj na smanjenje zastoja u ekonomskom iskorištavanju broda.[2][3]

#### **3.1. Metode održavanja broda**

Brod je složeni sustav visokog stupnja složenosti, tako da pristup održavanja broda ne može biti definiran kao jedinstveni pristup svim brodskim sustavima. Za pojedine brodske sustave možemo izabrati korektivno održavanje derivirano iz politike održavanja ostvarivanja pouzdanog rada sustava uz zahvate održavanja, dok za druge sustave možemo odabrati preventivno održavanje temeljeno na osiguranju pouzdanog rada sustava uz mogućnost pojave kvarova, uz primjenu funkcionalne strukture koja omogućava zalihost sustava (primjer pogonski uređaj i uređaj za kormilarenje tankera).

Specifičnost broda u pogledu održavanja vidi se kao dva temeljna svojstva:

- Zahvati održavanja za pretežitu većinu brodskih sustava mogu se izvršiti tijekom plovidbe (eksploatacije)
- Brod ima stalnu posadu stručno osposobljenu da obavi zahvate održavanja tijekom plovidbe

Ova svojstva omogućuju definiranje temeljnog pristupa održavanja većini brodskih sustava, pouzdanost uz zahvate. Funkcija održavanja broda ostvaruje se temeljem primjene više metoda održavanja.

### **3.1.1. Održavanje broda temeljeno na kalendarskom roku**

Održavanje broda temeljeno na kalendarskom roku je plansko održavanje određeno vremenskim resursima komponenti bez obzira na pogonske sate rada komponenti. Održavanje temeljeno na kalendarskom roku primjenjuje se na:[2][3]

- sve palubne uređaje izložene moru i vremenu;
- električne i hidraulične palubne strojeve i uređaje;
- protupožarne uređaje i sustave;
- uređaje za spašavanje (čamci, splavi...);
- sredstva pristupa (siz, pilotske ljestve...);
- teretni uređaj/palubni;
- čelična užad, konopi, zaštite:
- ograde, rukohvate;
- prijenosne cijevi, crijeva, gumeni i plastični elementi.

### **3.1.2. Održavanje broda na temelju pogonskih sati rada**

Održavanje broda na temelju pogonskih sati rada uređaja temelji se na radnim vremenskim resursima komponenti i primjenjuje se na slijedeće brodske sustave:[6][3]

- *diesel generatori;*
- *osovinski generatori;*
- *elektromotori;*
- *kompresori;*
- *pumpe (balastne, teretne, kaljužne, transfer...);*
- *kotlovi;*
- *parne i plinske turbine;*
- *separatori i filtri;*

### **3.1.3. Održavanje broda nakon kvara**

Zahvat održavanja poduzima se nakon pojave kvara uređaja. Da bi se omogućila nesmetana eksploatacija broda ovako se održavaju samo manje važni uređaji. Popravak se vrši obično zamjenom uređaja koji se potom popravlja. Ovakav način održavanja je vrlo ekonomičan što bi se moglo i dodatno povećati primjenom unifikacije komponenti i međuzamjenjivosti dijelova.

Segment održavanja nakon kvara je zahvat održavanja zamjenom komponente čiji se popravak ne isplati. Na ovaj način se održavaju manje važni i manje skupi uređaji.

#### **3.1.4. Održavanje temeljem provjere stanja i performansi**

Za organizaciju održavanja temeljem provjere stanja i performansi potrebno je osigurati način provjere stanja najvažnijih sustava broda i sustave stalnog nadzora (ekspertne sustave). Ekspertni sustavi primjenjuju se za nadzor:[2]

- *glavnog stroja/strojeva;*
- *osovinskog voda/reduktora;*
- *trupa;*
- *sustava balasta.*

#### **3.1.5. Tekuće održavanje**

Tekuće održavanje i nije održavanje u pravom smislu, već prije servis pogona, te ga tako i treba klasificirati. Tekućim održavanjem podrazumijevaju se popravci iznenadnih kvarova u sklopu korektivnog održavanja. Tekuće održavanje karakterizira:[3][2]

- *manji obujam i složenost radova,*
- *mogućnost izvođenja u izvan eksploatacijskom vremenu,*
- *viša učestalost izvođenja,*
- *neizmještanje tehničkog sredstva sa mjesta upotrebe,*
- *manji ukupni iznos troškova,*
- *financiranje iz troškova osnove djelatnosti.*

Nekoliko metoda je moguće naći u široj primjeni za održavanje brodskih sustava. Aproximativni udio svake od pojedinih metoda za održavanje brodskih sustava u ukupnom održavanju prikazan je grafički na slici 3. Očekuje se da će učešće od 46% stalno rasti razvojem sve učinkovitijih i jeftinijih ekspertnih sustava koji će se širiti na račun održavanja na temelju broja sati i kalendarskog roka.



**Slika 3:** Učešće pojedinih tipova održavanja sustava broda  
 (Izvor: Lovrić, Josip. Osnove brodske terotehnologije. Dubrovnik, 1989 g.)

### 3.2. Uloga informacijskih tehnologija u pristupu održavanja broda

Uloga informacijskih tehnologija u pristupu održavanja broda je prikupljanje i opsluživanje informacijama svoje okruženje. Prvenstveni ciljevi su poboljšati učinkovitost resursa održavanja, povećati učinkovitost održavanja kroz brži odziv i smanjenje vremena za obavljanje popravka, poboljšati kontrolu rukovodstva nad kvalitetom i rezultatima funkcije održavanja. U pomorskom sektoru informacijsko-komunikacijske tehnologije su uvelike olakšale svaki dio poslovanja i razvile pomorsku privredu na nivo najznačajnijeg pokretača trgovinske razmjene dobara u svijetu.[6] Implementacijom informacijsko komunikacijskih tehnologija u pomorstvu ubrzava se razmjena podataka između sudionika i samim time povećavaju efikasnost, učinkovitost te kvaliteta pruženih usluga.[6]

## 4. Funkcija planiranja u IS-a održavanja pogonskog sustava broda

Održavanje tehničkog sustava nije samom sebi svrha već je održavanje u funkciji eksploatacije sustava. Za izvršenje pojedinih aktivnosti troše se određena financijska sredstva koja se odražavaju

kao troškovi poslovanja. Općenito je poznato da je u svaki eksploatacijski proces korisno ulagati, samo onda ako iz tog troška slijedi neka dobit. Sve veća važnost održavanja je uzrok operativno-ekonomskih i tehničkih utjecaja. Pored toga, postoje i brojni zahtjevi koji se postavljaju prema održavanju, a koji se odnose na okoliš, zdravlje i sigurnost. Sve veća složenost eksploatacijskih sustava postavlja sve veće zahtjeve za vještinama radnika na održavanju. Daljni napredak u postizanju bolje operativnosti i unaprjeđenju razine automatizacije povećao je razinu ulaganja u sustave održavanja sustava broda. Zbog sve veće zavisnosti i međusobne povezanosti, kvarovi izazivaju visoke troškove uslijed prekida eksploatacijskog tijeka i time nastalih gubitaka. Stoga održavanje ima velik stupanj odgovornosti u eksploatacijskim i operativnim troškovima. Niski eksploatacijski troškovi, zajedno s održavanjem rasporeda, kvalitete i efektivnim održavanjem, doprinose uspjehu tvrtke na tržištu. Nema razloga da ovi osnovni postulati ne važe kad je riječ o brodovima, a posebice kada je riječ o njegovom pogonskom sustavu. Postoji više problematičnih područja, (nego što se čini na prvi pogled) koja jedan sustav održavanja treba riješiti.[2][6]

Prvo problemsko područje je opće područje i uključuje pitanja na koja tvrtka treba odgovoriti prije nego što uvede informacijski sustav održavanja:[2][3]

- *Ima li dovoljno vremena, novca i interesa za analizu svih razina održavanja u sklopu procesa odlučivanja o kupovini sustava za upravljanje održavanjem?*
- *Hoće li članovi posade biti adekvatno obučeni, hoće li imati znanja i pozitivan stav prema informacijskom sustavu održavanja kada se on počne primjenjivati?*
- *Hoće li će posada broda imati brz pristup terminalima i računalima?*

Postoji li stav u organizaciji koji jamči da se u sustav neće unositi beskorisni i lažni podaci?

- Drugim riječima, hoće li se davanje lažnih i netočnih podataka smatrati krivičnim djelom ili šalom?
- Hoće li se imati vremena istražiti i analizirati povijest zahvata, da se otkriju ponovljeni zahvati, trenda i novih problema?

Drugo problemsko područje pokriva izbor informacijskog sustava koji će pomoći da se izbjegnu zamke u izboru i implementaciji informacijskog sustava za održavanje. Osnovna pitanja su slijedeća:[2][3]

- *Je li moguće napraviti jednostavnu i brzu upotrebu radnih naloga?*
- *Je li moguće tražiti rezervne dijelove korištenjem komponente za skladišta, koja je dio sustava?*
- *Može li ova komponenta predložiti, preporučiti i rukovoditi sustavom materijala u skladištu, može li ograničiti količine u skladištu ili naručene količine?*
- *Je li sustav bilježi povijest održavanja koji dovoljno detaljno govori tko je i što je neko radio, kad, zašto i na kojem stroju ili objektu?*
- *Je li lako koristiti sustav za opisivanje kvarova koje otkriju kontrole, te može li sustav automatski napraviti i tražiti radne naloge?*

Uobičajeni osnovni moduli cijelog informacijskog sustava broda su:[3]

- Održavanje (glavni i ključni dio programa)
- Suhi vez
- Inspekcijski nadzor trupa (eng. hull program)
- Istraživanja i potvrde klasnog društva
- Naručivanje i kupnja zaliha
- Kontrola stanja zaliha (inventara)
- Upravljanje sigurnošću
- Upravljanje kvalitetom
- Upravljanje ljudskim resursima (eng. Human Resource Management)
- Plaće posade
- Samoprocjena
- Energija i upravljanje zaštitom okoline
- Sustavi za upravljanje dokumentima
- Izvješća

#### **4.1. Propisi i zahtjevi sustava održavanja broda**

Selektivno istraživanje provedeno od strane osiguravajućih društava tijekom 1980. god. pokazala je značajno smanjenje kvarova i oštećenja na brodovima s planiranim održavanjem sustava.[4]

Isto istraživanje je također pokazalo povećanje pouzdanosti broda kao sustava u cjelini i stupnja



sigurnosti na brodu. Međunarodno udruženje klasifikacijskih društava (IACS) objavilo je 2001. godine uvjete za planirano održavanje sustava na brodu, dok su dodatni propisi definirani u ISM kodu u poglavlju 5, odjeljak 10. U tom smislu izdvojiti ćemo minimalne uvjete koje jedan sustav planiranog održavanja mora sadržavati: [4]

- 1) *Opis i dokumentiranje sustava planiranog održavanja moraju biti na engleskom jeziku.*
- 2) *Izvešća u sustavu planiranog održavanja trebaju biti na engleskom jeziku, osim ako nije pogodan za posadu. U tom slučaju potrebno je kratak sažetak engleski.*
- 3) *Program održavanja mora sadržavati zahtjeve proizvođača opreme.*
- 4) *Sadržaj zaliha, odnosno predmeti / sustavi moraju biti uključeni u program održavanja.*
- 5) *Održavanje u vremenskim intervalima, odnosno vremenski rokovi u kojima se poslovi održavanja izvršavaju.*
- 6) *Upute za održavanje, odnosno postupke održavanja treba slijediti.*
- 7) *Dokumentacija Održavanje i povijest, tj dokumenti navode poslove održavanja provode i njihovi rezultati.*
- 8) *Referentna dokumentacija, odnosno rezultati mogućnosti i mjere poduzete u određenim intervalima trenda istraživanja iz faze isporuke.*
- 9) *Dijagram toka dokumenata, odnosno grafikon prikazuje protok i popunjavanje dokumentacije za održavanje, planiranje kartice, kartice za posao itd*
- 10) *Upute za potpisivanje, tj. Tko potpisuje dokumente za provjeru izvršenih radova održavanja.*

Dodatni uvjeti za računalno planirano održavanje brodskog pogonskog sustava[4]:

- 1) *Svaka osoba koja radi na sustavu mora imati jedinstveni autentikacijski i autorizacijski račun (logirajuću identifikacijsku oznaku i lozinku).*
- 2) *Računalni sustav mora imati odgovarajuće sigurnosne kopije (eng. backup) u vidu kopije na brodu ili redovite razmjene podataka između broda i ureda.*
- 3) *Dokumentacija o održavanju koju zahtjeva klasifikacijsko društvo, a koje se izvodi na sustavima, treba biti potpisana od strane glavnog upravitelja stroja.*
- 4) *Upravitelj stroja je jedina osoba koja može odobriti izmjenu dokumentacije ukoliko to računalni program omogućuje.<sup>2</sup>*

<sup>2</sup> Napomena: vezano za točku 1. iz glavnih uvjeta održavanja, a iznimno za brodove koji plove isključivo u određenom području može se prihvatiti sustav za održavanje koji koristi neki drugi jezik osim engleskog.

## **5. Analiza funkcionalnosti IT rješenja za održavanje pogonskog sustava broda**

Analiza odabranih softverskih rješenja za održavanje broskog pogonskog sustava ima za cilj prikazati temeljne funkcije i mogućnosti koje pružaju u postupcima i procesima vezanim isključivo uz održavanje pogonskog sustava broda. Također, istaknute su prednosti koje proizlaze iz implementacije suvremenih računalnih aplikacija, specifične namjene u održavanju pogonskog stroja te je pokazana i jasno istaknuta lakoća i brzina rada u grafičkim korisničkim sučeljima svakog promatranog sustava. Istraživanje je dalje usmjereno na povezivanje konkretnih rješenja s teorijskim okvirom iznesenim u uvodnim poglavljima i postavljenim zahtjevima predstavljenim u poglavlju 5.1.

### **5.1. Odabir IT rješenja za analizu**

Za ovu svrhu odabrana su tri različita sustava: AMOS<sup>3</sup>, SeaWulf<sup>4</sup> i OceanTiger MM.<sup>5</sup> Najvažniji kriterij odabira ova tri sustava je bila dostupnost dokumentacije, postojanje video zapisa o korištenju softwera te mogućnosti testiranja demo aplikacije. Sva tri paketa su namijenjena brodovima veće Bruto Registarske Tonaže<sup>6</sup>, a svi imaju mogućnosti praćenja i organizacije cijele flote brodova[11].

### **5.2. Metodologija**

Kako bi uopće mogli napraviti analizu odabranih sustava potrebno je definirati parametre od interesa. Uzet će se u obzir da sva tri paketa podržavaju sve zakonom propisane zahtjeve koje predviđa registar i međunarodna pomorska organizacija<sup>7</sup>, što predstavlja osnovni uvjet korištenja tih sustava na brodu. S obzirom da brodovi prolaze stroge periodične provjere sustava iz toga implicitno proizlazi da su sve aplikacije po tom aspektu jednake te se dio neće dodatno analizirati. Stavljajući korisnika sustava u prvi plan kroz tzv. iskoristivost (eng. software usability – direktno u vezi s efikasnošću sustava), možemo definirati parametre analize koji najbliže opisuju standardni

<sup>3</sup> <http://www.spectec.net>

<sup>4</sup> <http://www.seawulf.com.au>

<sup>5</sup> <http://www.oceantiger-software.com>

<sup>6</sup> Bruto Registarska Tonaža (BRT) predstavlja veličinu unutarnjeg volumena broda u skladu sa zadanim pravilima za ovu vrstu mjerenja, široko se koristi u praksi i što je jako bitno, prema bruto registarskoj zapremini brodovi se upisuju u registar.

<sup>7</sup> Pogledati poglavlje 5.1

pristup korisnosti sustava u postupcima održavanja pogonskog stroja broda. U tom smislu analiza je provedena prema sljedećim parametrima:

- Uvjeti korištenja sustava
- Implementacija i instalacija sustava
- Grafičko sučelje sustava i jednostavnost korištenja
- Preglednost zadataka za izvršenje
- Izvještaji i forme
- Povezanost sustava s kopnom
- Izrada sigurnosnih kopija
- Ažuriranje sustava

Analiza bi između ostalog trebala dati odgovor na pitanje treba li se korisnik prilagođavati sustavu ili je sustav prilagođen korisniku.

### **5.3. AMOS Maintenance & Purchase**

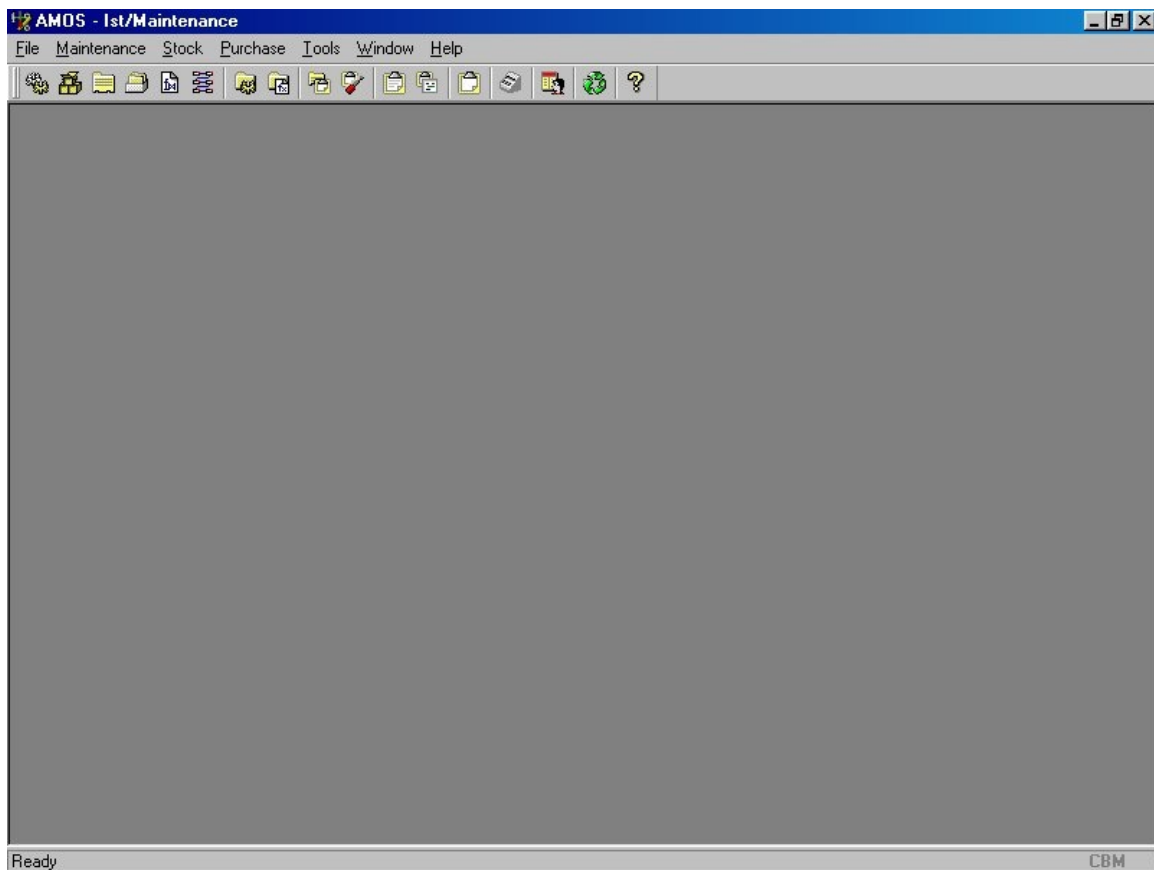
AMOS M&P je sustav razvijen za Windows operativni sustav i dio je cjelovitog AMOS rješenja (AMOS Business Suite). AMOS sustav razvila je tvrtka SpecTec koja je u vlasništvu Constellation Software, Inc. (Kanada). Računalna implementacija sustava zahtjeva posebne upute i nije jednostavna, što podrazumijeva da ju treba provesti obučeno stručno osoblje. Ovakav postupak je uobičajen u svijetu pri implementaciji sofisticiranih IT sustava namijenjenih uskoj domeni poslovanja. Kako se baza i aplikacija instaliraju zasebno, potrebno ih je povezati kako bi mogli komunicirati. Također, proces instalacije modula održavanja AMOS-a započinje dostavom knjiga brodske opreme i sve relevantne dokumentacije nekom od ureda tvrtke SpecTec, koja potom izrađuje bazu podataka posebno za svaki brod, konfiguriranu sukladno potrebama tvrtke. Iz brodskih uputstava (knjiga) te brodske dokumentacije kreira se baza podataka o brodu razvrstana po SFI razdiobi[15]. Nešto više o tome opisano je u poglavlju 5.3.1.

Amos sustav se sastoji od više modula:

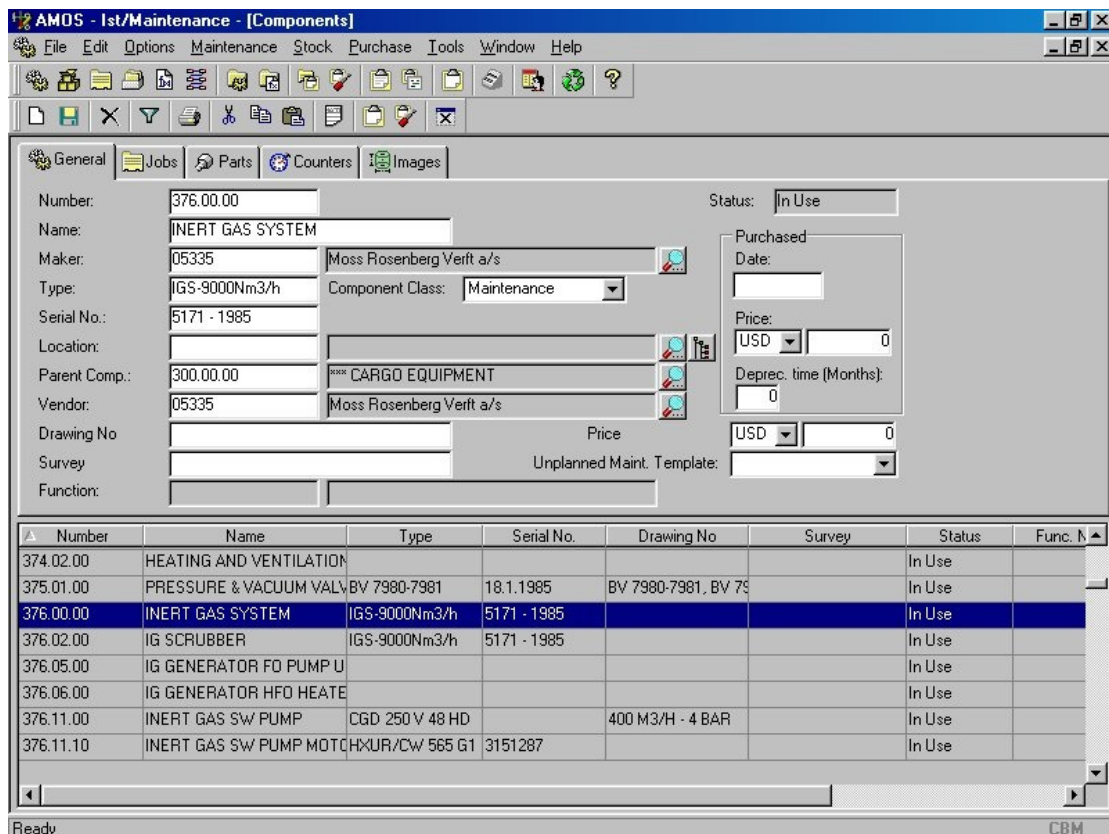
- Održavanje
- Rezervni dijelovi
- Kontrola zaliha

- Nabava
- Upravljanje
- Nadzor dokumenata kvalitete i sigurnosti
- Upravljanje putovanjem

Fokusirali smo se na modul “Održavanje” iz razloga što je direktno vezan uz temu ovog rada. Početni ekran ovog modula prikazan je na slici br. 4. Za definiranje hijerarhijske strukture sustava broda (kao i njihovih komponenata) koriste se podatkovna stabla. Stabla su vrlo fleksibilna nelinearna struktura podataka koje služe u predstavljanju podataka koje implicitno podrazumijevaju hijerarhijski odnos predak-nasljednik. U Amos sustavu koristi se SFI razdioba (detaljno obrađena u podpoglavlju 5.3.1). SFI je dosta česta klasifikacijska metoda označavanja grupa i podgrupa elemenata (komponenti) koga ili čega. Svaka komponenta ima cijeli niz podataka, od osnovnih podataka, proizvođača, dobavljača, rezervnih dijelova, poslova, povijesti i sl. (što je prikazano i na slici 5). Svaki pojedini posao može biti određen klasom posla (tj. može se unaprijed odrediti osoba koja će pojedini posao raditi ili ga voditi), zatim može biti određen frekvencijom posla (tj. koliko često se neki posao periodično ponavlja) i sl. Svaka od komponenti može imati brojač radnih sati koji aktivira radne naloge vezano uz njoj pripadajuće radne sate. Brojač može biti elektronički povezan s uređajima u stroju, a ukoliko nije, vrijednosti se mogu periodično unositi u sustav od strane korisnika.



*Slika 4: Početni ekran modula Održavanje nakon logiranja na sustav AMOS (Izvor: AMOS priručnik, v7.0.10)*



*Slika 5: Prikaz komponenti u Amos sustavu.*

*(Izvor: AMOS priručnik, v7.0.10, 2004.g.)*

Prilikom obavljanja većih poslova, za koje je važno ispuniti posebne obrasce, unutar sustava je moguće ugraditi formulare za takav posao.

Osim poslova održavanja, na brodu postoje poslovi i pregledi propisani od strane klasifikacijskog društava. Ti poslovi također su uvedeni u sustav, analogno ostalim poslovima i dolaze na red u točno određenim periodima. Nadalje, kroz sustav je moguće naručiti i servis za pojedini dio, tj. pomoć s kopna.

Svaka osoba koja se koristi sustavom ima svoje ime i zaporku (što je definirano pravilnikom kroz jedinstveni login ID i lozinku) prilikom ulaska u sustav te se tako bilježi svaka aktivnost korisnika unutar sustava. Tako je, npr. prilikom čitanja bilo kojeg izvještaja ili dokumenta odmah vidljivo tko ga je kreirao i zašto. Na kraju radnog dana se iz sustava izvuče zapis promjena, koji se komprimiran e-mailom šalje u glavni ured. Zapis sadrži sve promjene na brodskoj bazi podataka od slanja zadnjeg zapisa. Osoblje u uredu zapis integrira u uredski sustav i tako ga obnove podacima o promjenama na brodu. Svi obavljeni poslovi, sav potrošeni materijal, kvarovi i sl. su vidljivi unutar sustava. Kako AMOS sadrži i sustav nabave integriran sa sustavom održavanja, tako se mogu vidjeti i narudžbenice koje su stigle s brodova.

Work Planning				
Title	WO.No.	Comp. No.	Comp. Name	Frequency
C100 - Internal Check of ME	S7/000024	ME-100	MAIN ENGIN	1 Month(s)
C101 - Checking	S7/000006	AA-	AMOS ICONFI	1 Month(s)
C115 - Checking of bearings	S7/000026	ST-100	Starting A	5 Week(s)
Change Life Rings	S7/000017	AE-100	AUXILIARY	
M100 - Thrust Bearing Adjustment	S7/000027	FW-100	Fresh Water	16 Week(s)
Need repair of Gear	S7/000019	AE-100	AUXILIARY	
Repair	S7/000016	BA-001	Ballast Pu	
Repair of Deck	S7/000022	AA-	AMOS ICONFI	

*Slika 6: Prikaz planiranih poslova u Amos sustvu.*

*(Izvor: AMOS priručnik, v7.0.10, 2004 g.)*

### 5.3.1. SFI sustav razdiobe

SFI sustav razdiobe (tj. klasifikacije elemenata) korišten je u AMOS sustavu za održavanje za definiranje sustava i podsustava broda. Glavna namjena SFI sustava je u pružanju podrške pomorskoj industriji u kontroli nabave, troškova, održavanja te zapisa. To je međunarodni standard, koji pruža funkcionalnu podjelu tehničke i financijske informacije. SFI se sastoji od tehničke strukture računa, pokriva sve aspekte brodskih sustava, a može se koristiti kao osnovni standard za sve sustave u pomorskom / offshore industriji.[1]

Grupa sustava SFI je izgrađena oko 3-znamenkastog decimalnog klasifikacijskog sustava. Brod je podijeljen u 10 primarnih grupa od 0 do 9. Samo osnovna grupa s oznakama 1-8 je u uporabi. Korisnici mogu upotrijebiti primarne grupe 0 i 9 za razvrstavanje i druge glavne komponente koje nisu obuhvaćene SFI standardom.

Svaki od primarnih skupina (1. znamenka) sastoji se od 10 skupina (2. znamenka), a svaka grupa je dalje podijeljena na 10 podskupina (3. znamenka). Primarna Grupa (1. znamenka) za brodove je opisana u nastavku.[15]

Značenje prvog broja po SFI kodiranju[15]:

1. Brod općenito
2. Trup broda
3. Teretni uređaji

4. *Brodaska oprema*
5. *Oprema za posadu i putnike*
6. *Glavna postrojenja*
7. *Sustavi za glavna postrojenja*
8. *Brodski zajednički sustavi*

Kako bi se utvrdilo koje kompanije rade u skladu sa SFI standardom, uvedene su i popratne licence. SFI licenca zato mora biti kupljena od SpecTec kompanije koja je vlasnik SFI grupe sustava. Jedna licenca će biti potrebna za izradu svake SFI klasifikacije, što znači da je jedna dozvola potrebna za svaki brod koji koristi strukturu kodiranja SFI standardom. Postoje također i dodatni troškovi za svaku knjigu, datoteku ili bazu podataka, tj. povezano s pravima ispisa i konvertiranja SFI strukture.

#### **5.4. SeaWulf informacijski sustav**

SeaWulf informacijski sustav je razvila tvrtka Digitec Pty. Ltd. (Australija). SeaWulf se kategorizira kao sustav jednostavan za korištenje, a s namjerom da ga je lako koristiti bez posebne obuke i iskustva. Također se mora napomenuti kako je riječ o jedinom besplatnom, među odabranim sustavima za analizu u ovom radu.

Seawulf ne zahtijeva postupak instalacije niti posebne vanjske pogonske programe (eng. drivers). Dovoljno je preuzeti datoteke i kopirati ih na računalo. Cijeli sustav je sadržan u jednoj datoteci, a pripadajuća baza podataka je također izvedena kao zasebna datoteka. Za bazu podataka koristi se Absolute Database koja se najčešće koristi uz Delphi razvojni jezik, pa se može pretpostaviti kako je sama aplikacija razvijena upravo tim programskim jezikom. Navedena baza koristi pohranu podataka u strukturiranom relacijskom formatu. Sustav se može nalaziti na prijenosnoj memoriji (npr. memory stick) za jednostavno premještanje ili na mrežnom poslužitelju s pristupom više korisnika. SeaWulf sustav je kompatibilan sa MS Windows XP / Vista / 2000/7 operativnim sustavima<sup>8</sup>.

Početni ekran aplikacije (Slika 7.) je jako pregledan sa svim funkcijama i modulima poredanim u obliku pločica s pripadajućom ikonom i nazivom. Ujedno je ovo i glavni izbornik aplikacije.

<sup>8</sup> SeaWulf System, verzija 1.0, 2013.g.

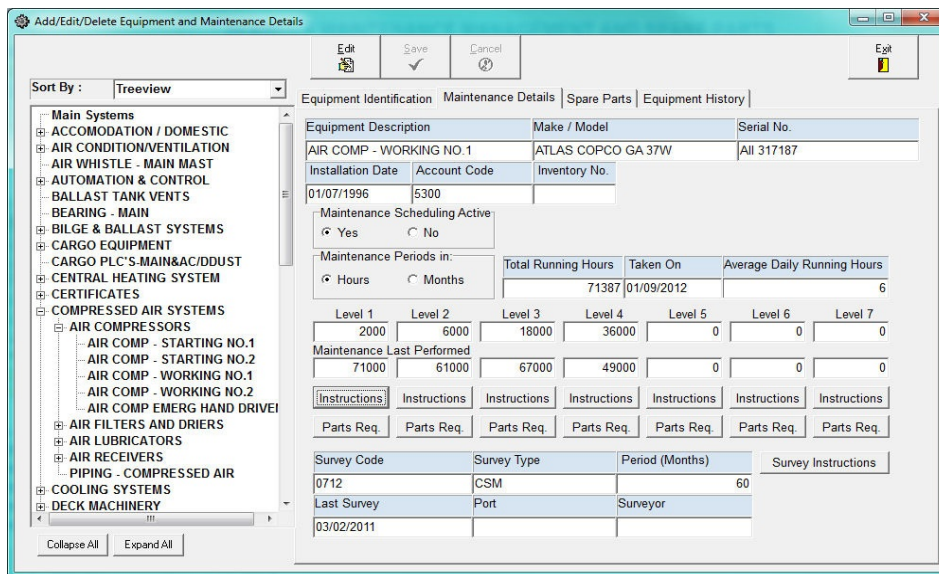




*Slika 7: Početni ekran SeaWulf sustava nakon logiranja*

*(Izvor: SeaWulf Maintenance Management, User Manual Version 1.0, 12.11.2016.)*

Sve dodane upute nalaze se u podmapi "Instruction". Upute za održavanje neke komponente mogu biti definirane kao forme te se u potpunosti spremaju u povijest, tj. trajno se bilježe u sustavu. Bilo koji dokument/slika može biti pridodan na bilo koji zadatak održavanja. Definiranje sustava, podsustava i opreme na brodu određeno je strukturom stabla (vidi sliku 8.) kako bi se izbjegla uporaba kodova ili brojeva za pojedinu cjelinu. Drugačije prikazano, struktura stabla daje vizualni prikaz pripadnosti skupina elementa nekom sustavu, dok isti sustav može biti podsustav nekog većeg sustava. Svaki rezervni dio može se povezati s jednim ili više podsustava broda ili s brodskom opremom. Rezervni dijelovi su definirani po nazivu, opisu, modelu, broju proizvođača, broju crteža, lokaciji na skladištu ili trgovini, vrsti, proceduri nabave i naplate. Ekran za praćenje zadataka/poslova (Slika 9.) lijepo je i pregledno izveden u tabličnom obliku gdje su u kolonama definirani mjeseci (ili dani), a u stupcima svi sustavi i podsustavi definirani u programu. Klikom na pojedini zadatak (ćeliju) moguće je dobiti sve detaljne podatke o istom.



*Slika 8: Prikaz komponenta u SeaWulf sustavu.*

*(Izvor: SeaWulf Maintenance Management, User Manual Version 1.0, 12.11.2016.)*

Narudžbe rezervnih dijelova koje se prenose u sustav nabave nalaze se u podmapu "Transfer".

Svi prethodno izrađeni dokumenti pohranjuju se u podmapu "History". Dokumenti mogu biti bilo kojeg tipa i bilo koje vrste. Tehnička dokumentacija, priručnici te tehnički nacrti za referencu su pohranjeni u podmapu "Manuals".

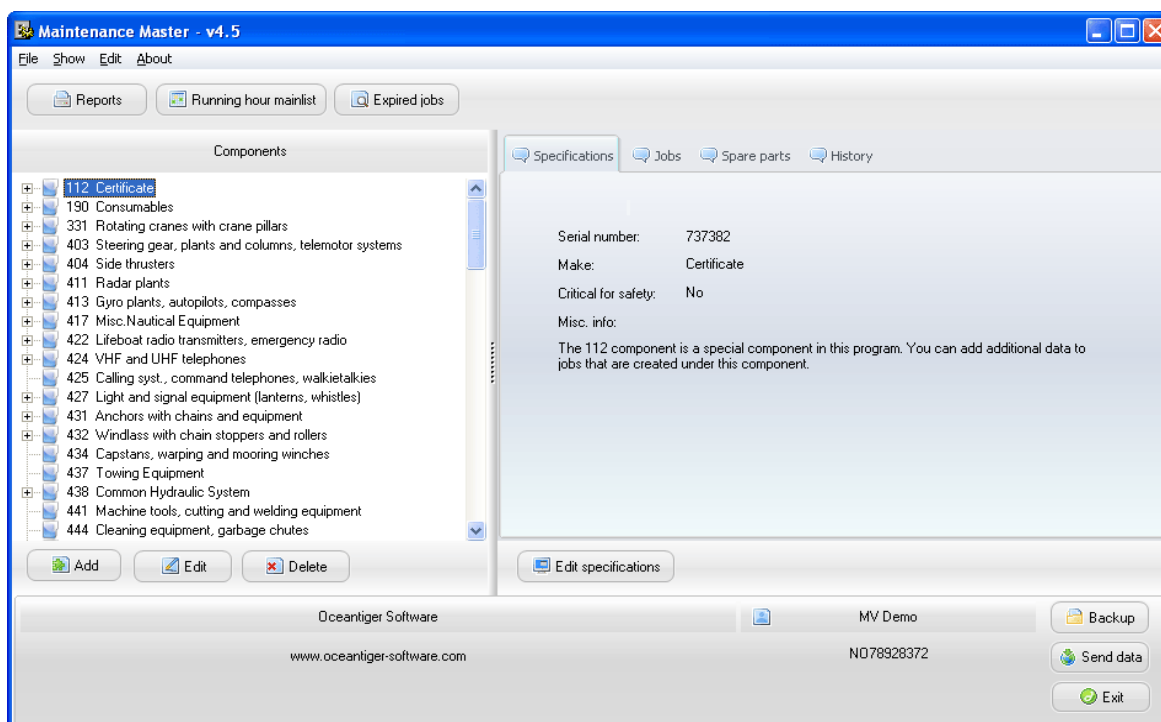
Equipment Item	Part Compl.	Overdue	Current	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
COOLER - RED GEARBOX LO										30 Months				
CPP - OIL ANALYSIS			3 Months			3 Months						3 Months		
CPP HYDRAULIC SYSTEM							12 Months							
CRANE - AFT DECK								250Hrs						
CRANE - FWD DECK								250Hrs	500Hrs					
CRANE - STORES							12 Months							
CRANE ROCKING TEST		6 Months							6 Months					
CRANKPIN - M/E NO.3				2000Hrs										
CRANKPIN - M/E NO.5								2000Hrs						
CRANKPIN - M/E NO.9														2000Hrs
CRANKSHAFT/CASE - M/E							6 Months						6 Months	
CREW LIFT			3 Months				48 Months			3 Months			3 Months	
CREWS LIFT EXHAUST FAN		12 Months												
CREWS LOUNGE EXHAUST FAN		12 Months												
CYCLOFILTER - LOADING			12 Months		2 Months	2 Months		2 Months		6 Months		2 Months	2 Months	2 Months
CYCLOFILTER - UNLOADING			2 Months		2 Months		12 Months		2 Months		2 Months		6 Months	
DAVIT, LIFE RAFT				6 Months						24 Months				
DAVIT, RESCUE BOAT					12 Months								6 Months	
DEAD MAN SYSTEM					12 Months									
DECK CRANE AFT - OIL ANALY					6 Months							6 Months		
DECK CRANE FORD - OIL ANAL						6 Months	6 Months						6 Months	
DEDUSTING FAN - MAIN UNIT														12 Months
DIESEL PRIME MOVER-EMERG				3 Months				3 Months			3 Months			12 Months
DIESEL PRIME MOVER - NO.1			1000Hrs				2000Hrs			1000Hrs		8000Hrs		1000Hrs

*Slika 9: Prikaz zadatka (poslova) u SeaWulf sustavu.*

*(Izvor: SeaWulf Maintenance Management, User Manual Version 1.0, 12.11.2016.)*

## 5.5. OceanTiger Maintenance System

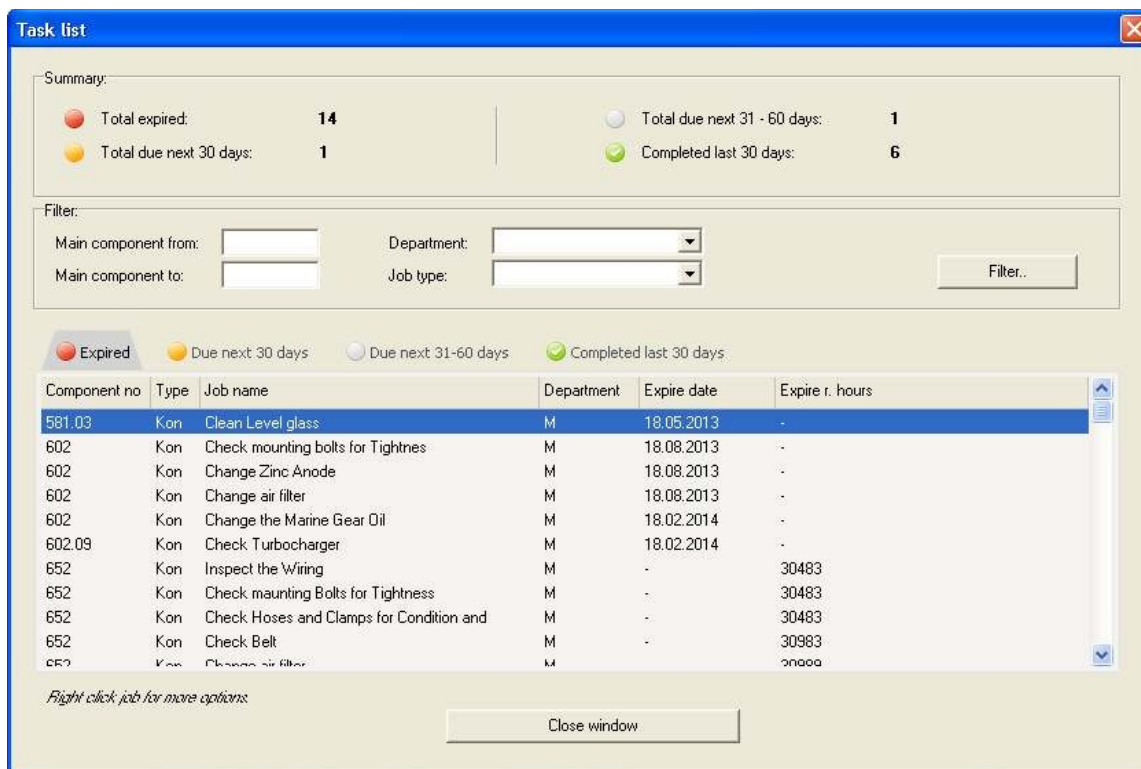
OceanTiger Maintenance je vlasništvo tvrtke Oceantiger Software (Norveška). Sustav pruža praćenje stanja brodskih dijelova i poslova koje treba obavljati na održavanju istih. Sustav je razvijen za Windows operacijski sustav. Početni ekran programa OceanTiger<sup>9</sup> prikazan je na slici br. 10. Grupe (sustave) i njihove podgrupe kreira sam korisnik te su prikazani u klasičnom formatu stabla.



**Slika 10:** Glavni ekran OceanTiger sustava

(Izvor: Oceantiger Software, Maintenance Master Application Guide, v4.5., 05.11.2016.)

Za podatke koje imaju datum isteka vremena za izvršenje zadatka, moguće je postaviti e-mail obavijest pa je time moguće dobiti upozorenja o zadacima koja će uskoro isteći ili su već istekla. Također, moguće je dobiti pregled o isteku zadatka prilikom pretrage preostalih poslova (Slika 11.), a isti podatak može se i vidjeti u izvješćima. Uz navedeno, moguće je ispisati izvješća o poslovima koji su završili ili se trebaju riješiti u bliskoj budućnosti.



*Slika 11: Pregled zadatka u sustavu OceanTiger*

*(Izvor: OceanTiger Software, Maintenance Master Application Guide, v4.5., 05.11.2016.)*

Izrada sigurnosne kopije (eng. backup) u ovom sustavu je jednostavan proces. Kada je izrada sigurnosne kopije gotova moguće ju je upotrijebiti za veći broj korisnika, tj. uredskih verzija. Time je stvorena osnova za vraćanje baze podatka na stanje u vremenu kada je sama sigurnosna kopija kreirana.

Preporučuje se kreiranje sigurnosne kopije na redovnoj osnovi i zadržavanje dobre rutine stvaranja iste barem jednom tjedno, tzv. inkrementalni backup<sup>10</sup>. Zanimljivo je napomenuti kako postoji i opcija automatske izrade sigurnosne kopije (eng. auto-backup). U tom slučaju omogućeno je automatsko kreiranje sigurnosne kopije svaki put kada se program pokreće. Ako se baza podataka ne može pokrenuti iz bilo kojeg razloga, pokušat će vratiti bazu podataka na stanje koje je bilo prije komprimiranja podataka, tj. na zadnji uspješno obavljeni automatski backup.

Trenutno postoji osam vrsta izvješća dostupno u okviru ovog sustava:[8]

- **Certifikati:** Ovo izvješće je rezervirano isključivo za certifikate → moguće je pregledati sve certifikate svih komponenti.
- **Završeni poslovi (povijest):** izvješće poslova koje je izvršeno u određenom intervalu (od

<sup>10</sup> Inkrementalni backup je izrada kopija samo onih datoteka koje su promijenjene od vremena izrade prethodne kopije.

*datuma - do datuma) ili na temelju današnjeg dana i odrađenih radnih sati. Izvješće je grupirano po komponentama i poslovima.*

- **Lista komponente:** *pregled svih glavnih komponenti i podkomponenti sustava.*
- **Narudžbe:** *pregled svih izvršenih narudžbi, ili onih koje će izvršiti u roku od 24 sata ili vremena koji ste naveli kao kriterije pretraživanja kada pokrenete izvješće.*
- **Radni satni (glavni popis):** *pregled komponenti kojima je dodan brojač radnih sati. Ovdje se mogu pregledati radni sati svakog elementa za koji se radni sate bilježe u ustavu.*
- **Rezervni dijelovi (cijena):** *pregled naručenih rezervnih dijelova s cijenom. Izvješća se grupiraju po datumu, a može se prikazati iskaz troškova po radnom danu. Filteri u izvješću uključuju datum od - do, dobavljač, odjel i kategoriju.*
- **Rezervni dijelovi (pregled):** *pregled svih rezervnih dijelova na brodu. Izvješće se grupiraju prema imenu komponente.*
- **Lista dobavljača:** *Ovdje možete dobiti pregled svih dobavljača u sustavu; ime, adresa, faks, telefon i e-mail svakog od njih.*

Funkcionalnost slanje podatka s broda na kopno je integrirana u sustav, no važno je napomenuti kako je za primanje podataka sa plovila prema kopnu, potrebno imati server verziju aplikacije QA Manager-a na kopnu. Ovaj poslužitelj može primiti podatke iz sva tri modula (održavanje, izvješćivanje i upravljanje dokumentima). QA Manager aplikacija tada može primiti i upravljati podacima iz cijele flote brodova.

## **5.6. Analiza sustava**

U tablici br.1 prikazana je analiza odabranih sustava prema određenim kriterijima/kategorijama. Cilj ove analize je olakšati pregled sustava i njihovu međusobnu usporedbu kako bi se efektivnije odabrao sustav prema specifičnim potrebama. Svaki od sustava ima svoje posebnosti te ih se pokušalo navesti u usporednoj tablici i na taj način olakšati odabir sustava koji odgovara traženim potrebama korisnika. Iz tablice je lako uočiti na koja područja se fokusira pojedini sustav, a koja su u potpunosti zanemarena. Pod kategorijom „Intuitivnost korištenja” može se uočiti je li sustav nudi intuitivno grafičko sučelje orijentirano prema korisniku sustava. Nadalje to podrazumijeva lakše i brže korištenje sustava te bržu adaptaciju za rad na sustavu ili se oslanja na klasičan prikaz svih podataka na ekranu odjednom, što rezultira dosta nezgrapnim prikazom te povećava mogućnost pogreške, usporava rad i sl. Također može se primijetiti u sva tri slučaja kako se povezanost s

kopnom, iako je danas moguća preko standardnih protokola bez potrebnih dodatnih aplikacija, još uvijek smatra kao dodatna funkcija koja nije moguća bez dodatnih server aplikacija i tome sl.

**Tablica 1: Usporedba sustava prema odabranim kriterijima**

Naziv sustava	<b>AMOS</b>	<b>SeaWulf</b>	<b>OceanTiger</b>
Naplata sustava	Naplaćuje se	Besplatan, naplaćuje se ako se sustav mijenja po zahtjevu klijenta	Naplaćuje se
Operativni sustav	Windows OS	Windows OS	Windows OS
Instalacija sustava	Podešavanje i instalaciju izvodi isključivo amos	Samostalna instalacija, kopiranje foldera	Samostalna instalacija
Intuitivnost korištenja	Konzervativni pristup sa svim funkcijama prikazanim istovremeno na ekranu što ga čini pretrpanim	Dosta dobro sučelje, lako za korištenje	Minimalno sučelje sa osnovnim funkcijama, relativno lako za korištenje
Pregled zadataka	U obliku liste sa filterom	U obliku pivot tablice sa filterom	U obliku liste sa filterom
Izveštaji i forme	Najveći broj formi i izvještaja, dosta detaljno	Moguć je ispis svakog zadatka i narudbne	8 vrsta izvještaja, sve potrebno je već predefimirano
Povezivost sa kopnom	Automatski i manualno, potrebno je imati instaliran AMOS Link sustav	Nije moguće direktno iz sustava	Potrebna je instalacija QAManager aplikacije na kopnu
Sigurnosna kopija	Ručno kopiranje foldera sustava	Kopiranje foldera, mogućnost importa i ispravak baze podataka	Više vrsta kopija + automatski prilikom pokretanja aplikacije
Update sustava	Nema	Nema	Manualno + Automatski update

## 6. Zaključak

Iako je ovaj rad inicijalno zamišljen kao ogled i analiza najviše korištenih PMS sustava na tržištu trgovačkih brodova, kako bi usporedba bila kvalitetnija, taj se kriterij nije mogao provesti zbog nedostatka literature za pojedine sustave te nedostatka stvarnih vrijednosti o zastupljenosti pojedinog sustava na tržištu. Nažalost, već u prvim koracima primjećuju se loše prakse kompanija koje razvijaju takve sustave prema akademskoj zajednici. Stoga su se kriteriji za analizu prilagodili odabranim sustavima u ovom radu.

U tom smislu analiza je provedena prema sljedećim parametrima:

- Instalacija sustava
- Intuitivnost korištenja
- Pregled zadataka
- Izvještaji i forme
- Povezanost sa kopnom
- Sigurnosna kopija
- Ažuriranje sustava

Važno je također istaknuti kako ovom analizom nije predviđeno ocjenjivanje promatranih softverskih rješenja, niti njihovo međusobno rangiranje u bilo kojem smislu. Iako su se danas dostupni PMS sustavi razvijali više godina te se svi temelje na propisanim standardima (IMS) i dalje ne postoji standardizacija između sustava. Ako znate raditi na jednom sustavu ne znači da možete odmah raditi i na drugom sustavu, posebno kod kompleksnijih sustava gdje je potrebna posebna obuka korisnika.

Također, korisnička sučelja se nisu pokazala intuitivnim prema današnjim standardima.

Zaključak ove analize je kako sva tri promatrana sustava izvršavaju obaveze brodarka prema registrima i pravilima sasvim uredno, a sve ostalo je u drugom planu.



## Popis literature

- [1] Radica, Gojmir. Sustavi održavanja, Pomorski Fakultet u Splitu, Siječan 2009.
- [2] Čovo, Petar. Održavanje broda, Sveučilište u Zadru, Zadar, 2007.
- [3] Lovrić, Josip. Osnove brodske terotehnologije. Dubrovnik, 1989. god.
- [4] ...:International Management Code for the Safe Pollution Operation of Ships and for Prevention (The ISM Code), Maritime & Coastguard Agency, March 2015.
- [5] I. Šegulja, A. Bukša: Održavanje brodskog pogona, Pomorstvo, god. 20, br. 2 (2006), str. 105-118
- [6] GÖSTA B. ALGELIN, Maritime Management Systems, Department of Shipping and Marine Technology, Chalmers university of technology, Sweden, 2010.g.
- [7] Oceantiger Software, Maintenance Master Application Guide, [www.oceantiger-software.com](http://www.oceantiger-software.com), (5. studenog 2016)
- [8] Digitec Pty. Ltd. , SeaWulf Maintenance Management, User Manual Version 1.0, [www.seawulf.com.au](http://www.seawulf.com.au), (12. studenog 2016)
- [9] SpecTec, AMOS Business Suite User Guide, Version 7.0.10, [www.spectec.net](http://www.spectec.net), (16. listopada 2016)
- [10] Planned Maintenance System in shipping, URL: [http://en.wikipedia.org/wiki/Planned\\_Maintenance\\_System\\_in\\_shipping](http://en.wikipedia.org/wiki/Planned_Maintenance_System_in_shipping) (1.rujna 2016)
- [11] Pomorski propisi, URL: [http://www.pfri.uniri.hr/~bernecic/literatura/PPO\\_BS\\_BPUS/POMORSKI\\_PROPISI.pdf](http://www.pfri.uniri.hr/~bernecic/literatura/PPO_BS_BPUS/POMORSKI_PROPISI.pdf) (1. rujna 2016)
- [12] SeaWulf. URL: <http://www.seawulf.com.au/tutorial.html> (1.rujna 2016)
- [13] OceanTiger, URL: [http://www.oceantiger-software.com/ship\\_maintenance\\_system.html](http://www.oceantiger-software.com/ship_maintenance_system.html) (1. rujna 2016)
- [14] SpecTec, URL: <http://www.spectec.net/> (1. rujna 2016)
- [15] SFI Coding and Classification System, URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/SFI\\_Coding\\_and\\_Classification\\_System](https://en.wikipedia.org/wiki/SFI_Coding_and_Classification_System) (1. rujna 2016)
- [16] Planned Maintenance System in shipping, URL: <http://www.basicknowledge101.com/pdf/maintain/Planned%20Maintenance%20System%20in%20shipping.pdf> (20. lipnja 2017)
- [17] Dr. sc. Stipe Belak, Terotehnologija, Visoka škola za turistički menadžment u Šibeniku, 2005



[18] S. Belak, D. Čičin-Šain: Razvoj koncepta terotehnologije, Pomorstvo, god. 19. (2005), str. 79-87

## Popis tablica

Tablica 1: Usporedba sustava prema odabranim kriterijima.....36

## Popis slika

Slika 1: Podjela broda po sustavima.....	9
Slika 2: Razvoj pristupa i koncepcija održavanja.....	14
Slika 3: Učešće pojedinih tipova održavanja sustava broda.....	21
Slika 4: Početni ekran modula Održavanje nakon logiranja na sustav AMOS (Izvor: AMOS priručnik, v7.0.10).....	27
Slika 5: Prikaz komponenti u Amos sustavu.....	28
Slika 6: Prikaz planiranih poslova u Amos sustvu.....	29
Slika 7: Početni ekran SeaWulf sustava nakon logiranja.....	31
Slika 8: Prikaz komponenata u SeaWulf sustavu.....	32
Slika 9: Prikaz zadataka (poslova) u SeaWulf sustavu.....	32
Slika 10: Glavni ekran OceanTiger sustava.....	33
Slika 11: Pregled zadataka u sustavu OceanTiger.....	34

## **Sažetak**

Cilj ovog rada bio je analizirati neke od vodećih aplikacija za planiranje i održavanje brodskih pogonskih sustava. U ovom radu analizirali smo sljedeće sustave za planiranje i održavanje: AMOS, SeaWulf i OceanTiger. Kako bi se analiza uopće mogla izvesti bilo je nužno da sustav zadovoljava jedan od tri navedena kriterija, a to su dostupnost dokumentacije, postojanje video zapisa o korištenju softvera ili mogućnosti testiranja demo aplikacije. Analiza bi trebala dati odgovor na pitanje treba li se korisnik prilagođavati sustavu ili je sustav prilagođen korisniku i to stavljajući korisnika sustava u prvi plan kroz tzv. iskoristivost sustava, jednostavnost korištenja i sl. Dobiveni rezultati analize su isključivo deskriptivni i treba ih se uzimati više kao smjernice za buduće verzije sustava nego kritike za postojeće, jer se mora imati na umu kako implementacija svih zahtijevanih procedura u jednu aplikaciju nije niti malo jednostavan posao.

**Ključne riječi:** sustavi za planiranje i održavanje brodskih sustava, AMOS, SeaWulf, OceanTiger

## **Application of IT solutions in planning and maintaining the ship's propulsion system**

### **Summary**

The aim of this paper was to analyze some of the leading applications for planning and maintenance of marine propulsion systems. In this paper, we have analyzed the following planning and maintenance systems: AMOS, SeaWulf, and OceanTiger. In order for the analysis to be performed at all, it would be necessary for the system to meet one of the three criteria mentioned above, on the availability of documentation, the existence of video on the use of software or the ability to test demo applications. The analysis should answer the question of whether the user should adjust to the system or the system is tailored to the user so we analyze the usability of the system, ease of use, etc. The analysis results are purely descriptive and should be taken as a guide for future versions of the system rather than criticism for the existing ones because it must be borne in mind that the application of all required procedures in one application is not a very simple job.

**KeyWords:** planning and maintenance of marine systems, AMOS, SeaWulf, OceanTiger